

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

1. Формулировка задачи (условие).

Робототехника находит широкое применение в различных сферах деятельности человека. Роботы используются в промышленности, в различных сервисах доставки, существуют и роботы-ассистенты. В строительстве тоже могут применяться различные роботизированные устройства, которое и предлагается реализовать. Спроектируйте и реализуйте конструкцию и программное обеспечение автономного мобильного робота, который сможет построить без ошибок максимальное число различных типов конструкций.

2. Техническое задание

Необходимо реализовать конструкцию мобильного робота-строителя, который сможет собрать из набора четырех стандартных деталей один из заданных типов конструкций. Детали типа куб, цилиндр, конус, арка. Детали участники изготавливают самостоятельно из любых материалов. Для различия деталей разрешено установить на детали QR-коды, штрихкоды, текст на усмотрение участников. Дополнительные элементы типа выступов для удобства захвата, магниты и пр. не разрешены. При использовании металлических деталей запрещено использование магнитов в конструкции захвата. В конструкции робота должен быть предусмотрен механизм, осуществляющий перемещение и позиционирование деталей для строительства.

Для навигации и ориентации в пространстве робота разрешается использовать камеру, ультразвуковые и/или инфракрасные и другие датчики. Программное обеспечение для системы управления должно иметь как минимум один из сенсоров для ориентации в пространстве.

Площадка должна представлять собой плоскую поверхность размером не более 2000х2000 мм без бортиков и других ограничений. На площадке в произвольном месте располагается квадратный участок размером 650х650 мм. Участок ограничен линиями. На этом участке необходимо построить конструкцию. Робот может свободно перемещаться по площадке, не выезжая за ее пределы. Элементы для строительства располагаются в любом месте на площадке на усмотрение участников, но на расстоянии от зоны строительства не менее 650 мм. Деталь типа "арка" должна стоять на своих основаниях, класть её плашмя запрещено.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

Робот должен дистанционно принять информацию о типе здания, которое нужно построить. После этого он должен, перемещаясь по площадке, захватывать детали по одной, переносить их в зону постройки и устанавливать в соответствии с заданной конструкцией. Размер робота в исходном состоянии (непосредственно перед включением) не должен превышать 500x500x500 мм. По завершении строительства робот должен подать сигнал о том, что постройка завершена. Сигнал может быть в виде сообщения на устройство (телефон, пульт отправки заданий) участника, моргания лампочкой, звукового сигнала.

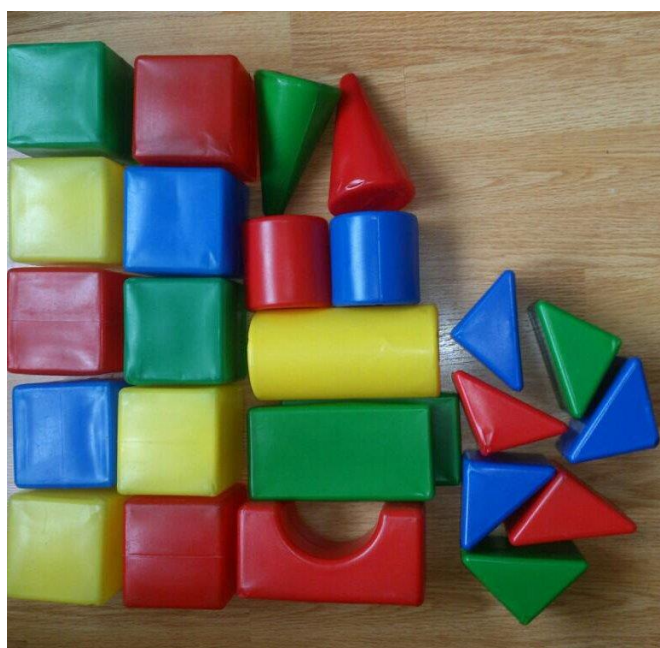


Рисунок 1. Пример деталей

3. Регламент испытаний

Работоспособность проверяется с помощью 3-х испытаний.

- В первом испытании робот должен осуществить захват, транспортировку и установку деталей для любого типа зданий на усмотрение участников.
- Во втором испытании необходимо построить последовательно две конструкции по выбору жюри. После постройки каждого здания участники его разбирают и переносят детали на исходную позицию.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

- В третьем испытании робот в автономном режиме должен последовательно построить 5 различных типов конструкций в порядке, установленном жюри. После постройки каждого здания робот должен по дистанционной команде участника разобрать постройку и вернуть детали в исходную позицию.

Общие требования ко всем испытаниям:

Робот должен автономно перемещаться без управления участниками. Робот должен за один раз перемещать не более одной детали. Деталь типа "арка" в зоне захвата должна стоять на своих основаниях, класть её плашмя запрещено. Не допускается выезд за границы площадки. Не допускается постройка конструкции вне зоны строительства, а также установка деталей с пересечением границ этой зоны. Оценивается, насколько точно построенная роботом конструкция соответствует примеру выбранного здания. Допускается отклонение от параллельности граней разных деталей между собой (у деталей типа куб и арка) не более 30 градусов. Отклонение от центра одной детали относительно других (если указано расположение по центру) допускается не более, чем на 30 мм. Детали должны быть устойчивыми, здание должно простоять не менее 20 секунд.

Размеры и количество деталей:

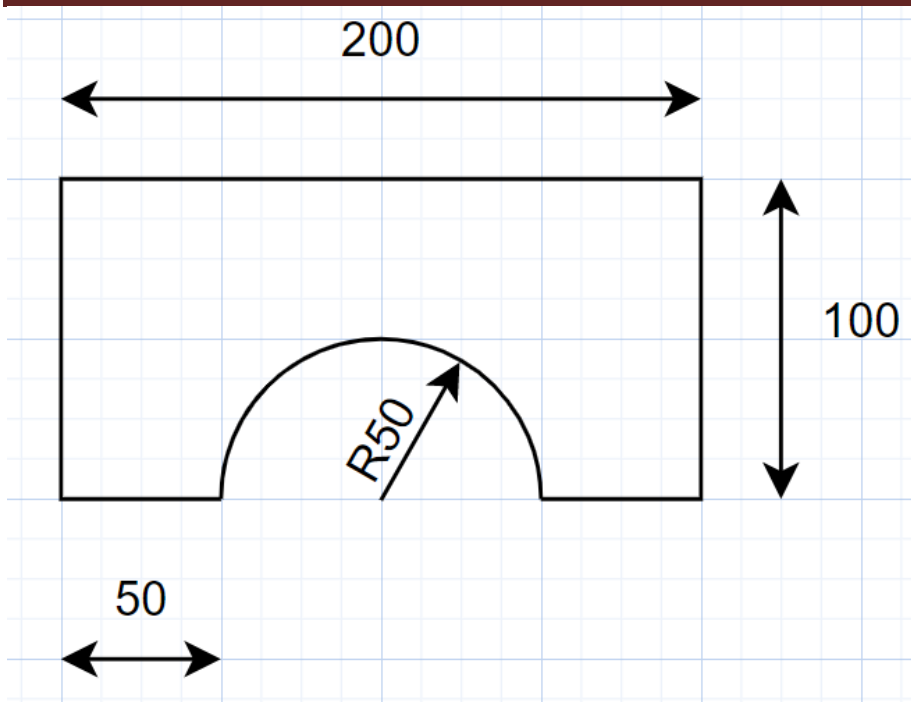
- Куб - 100x100x100 мм. 8 шт.
- Цилиндр - диаметр основания 100 мм, высота 200 мм. 4 шт
- Конус - диаметр основания 100 мм, высота 200 мм. 4 шт
- Арка - размеры на чертеже. Все размеры в мм. Толщина детали - 100 мм. 4 шт.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

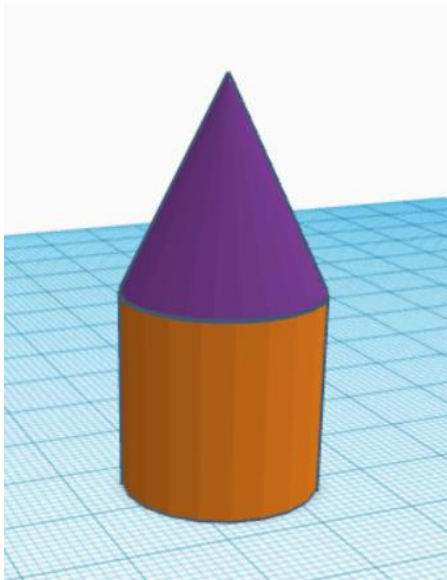
Командный кейс №10 "Робот-строитель"



Типы конструкций:

1) Башня

По центру цилиндра установлен конус



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

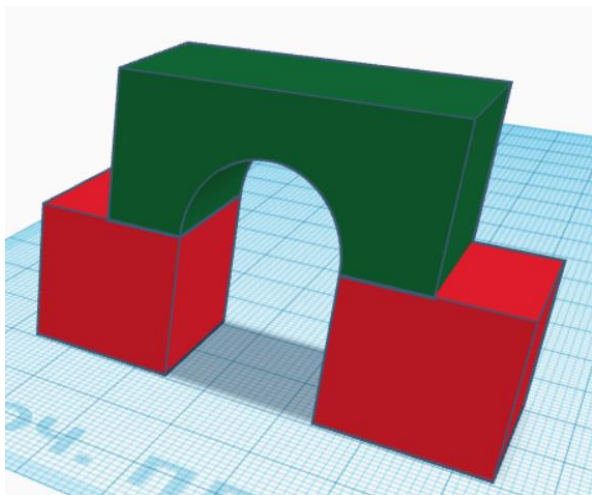
Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

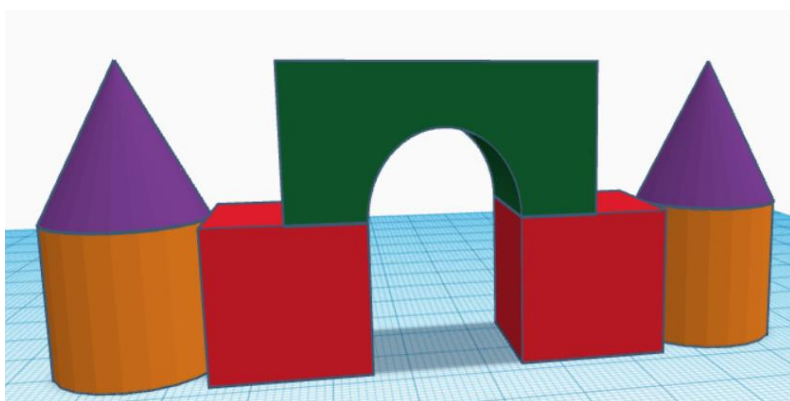
2) Мост

На двух кубах установлена арка. Боковые стороны арки находятся по центру кубов. Основания арки стоят на верхних гранях кубов.



3) Ворота в замок

Слева и справа от моста (конструкция 2) устанавливается по одной башне (конструкция 1).



4) Тауэр

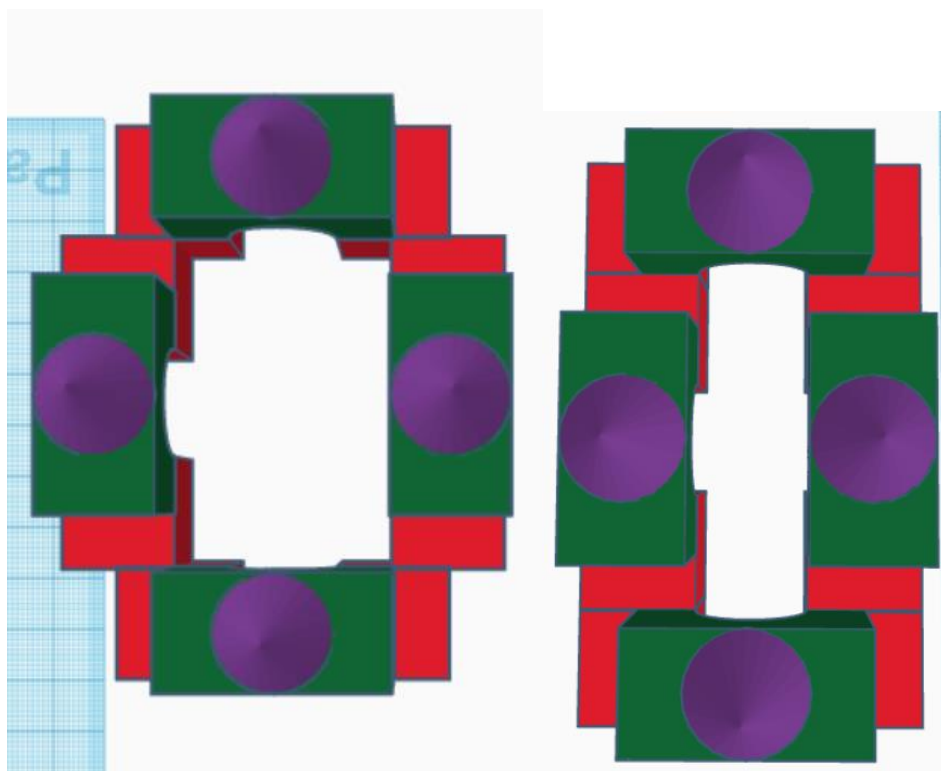
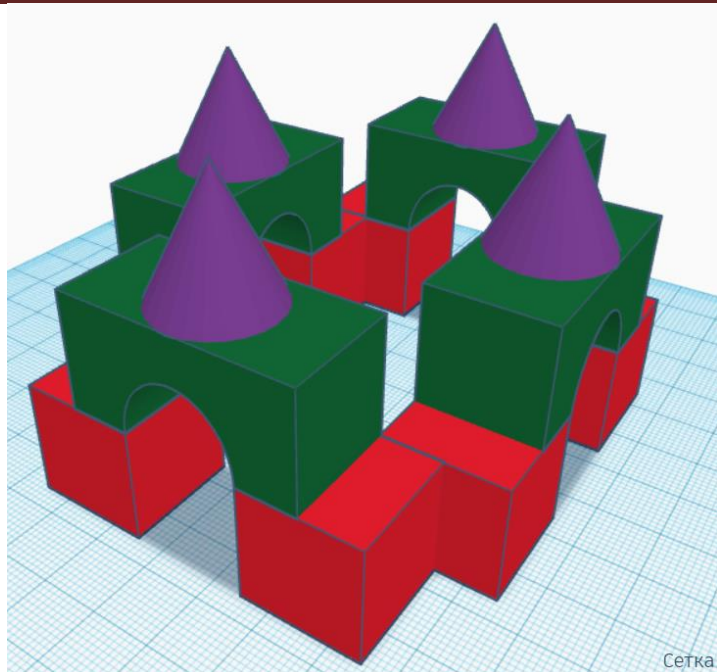
4 моста образуют собой замкнутый прямоугольник. На каждом мосту по центру арки расположен конус.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"



Вид сверху. Различные варианты построения.

5) Колодец короля

Москва
2022/2023 уч. г.

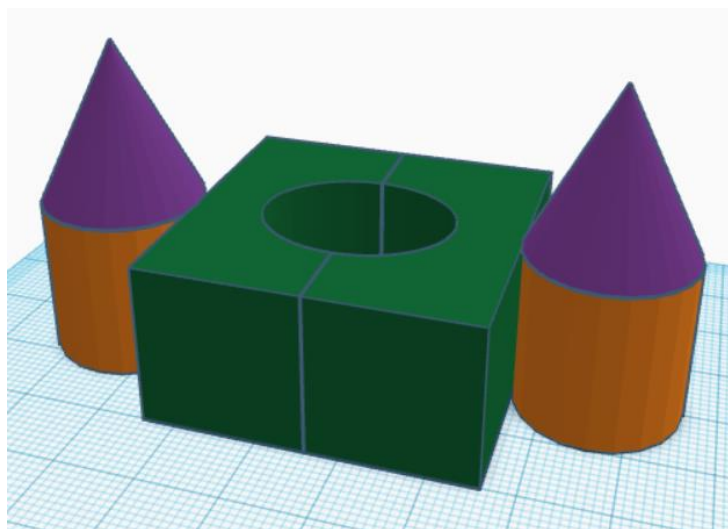
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

Две арки лежат на боковых гранях и соприкасаются основаниями, образуя колодец. По бокам друг напротив друга (не важно по целым граням или "разрезанным" граням колодца, но по центру) стоят две башни (конструкция 1).



Считается, что грани у деталей "арка" и "куб" могут быть только параллельными и перпендикулярными друг другу. Допускается отклонение не более 30 градусов.

4. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры, микрокомпьютеры, платы для разработки (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), микрофон для реализации голосового ввода, коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, леска, нить, веревка, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

5. Требования к оформлению результатов решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- b. Цель и задачи работы.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

- c. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- e. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- f. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
 - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram);
 - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram);
 - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram);
 - iv. Диаграмма компонентов (component diagram).
- g. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывающие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельных ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.).
- i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде электрической принципиальной схемы, монтажной схемы (при наличии разработанной топологии печатной платы).
- j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- k. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагаются в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

прохождение каждого, описанного в регламенте, испытания в соответствии с условиями.

При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

6. Процедуры (этапы) решения

- Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
- Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.
- Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).
- Проектирование 3D-модели устройства, его составных частей и корпуса.
- Проектирование электротехнической системы устройства.
- Проектирование алгоритмов работы программного обеспечения.
- Разработка кинематической, электротехнической систем устройства.
- Разработка программного обеспечения.
- Прототипирование, изготовление и сборка устройства.
- Тестирование и отладка устройства.
- Подготовка документации.

7. Требуемые знания для решения задачи

- Предметные (физика, информатика, математика).

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

-
- Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
 - Навыки работы с системами автоматизированного проектирования для 3D-моделирования и проектирования радиоэлектронных средств.
 - Навыки работы с микроконтроллерной техникой и периферийными устройствами, а также навыки монтажа электрических схем.
 - Навыки работы с системами контроля версий.
 - Навыки командной работы.
 - Навыки представления результатов работы.

8. Материалы для подготовки

- Tinkercad — это бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://www.tinkercad.com/>
- TinkerCad создание схем и Arduino проектов. URL: <https://arduino-tex.ru/news/1/izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами . - СПб.: Питер, 2017.
- Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL: <https://lesson.iarduino.ru>
- Raspberry GPIO. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/all>
- Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 240 с.: ил. - (Электроника)
- OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. URL: <https://opencv.org/>
- Instructables — это веб-сайт, специализирующийся на созданных и загруженных пользователями самостоятельных проектах URL: <https://www.instructables.com>
- Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>
- База знаний Амперки: инструкции и подсказки по Arduino и Raspberry Pi, оригинальные проекты, схемы распиновки модулей и datasheet'ы, теория электричества для начинающих и другая полезная информация. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
- T-FLEX CAD — российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. URL: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №10 "Робот-строитель"

- Программное обеспечение для 3D-моделирования и конструирования от Autodesk.
URL:<https://www.autodesk.com/education/students>
- КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей.
URL:<https://kompas.ru/solutions/education/>
- Система контроля версия GitHub. URL: <https://github.com/>
- Система контроля версия GitLab. URL: <https://about.gitlab.com/>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>
- Towards Data Science. URL: <https://towardsdatascience.com/>
- Все об Арудино. URL: <https://cloud.arduino.cc/>